

Requested Patent: JP2000217286A

Title: BRUSHLESS DC MOTOR AND WASHING MACHINE ;

Abstracted Patent: JP2000217286 ;

Publication Date: 2000-08-04 ;

Inventor(s): IKENOBOU YASUHIRO ;

Applicant(s): SHARP KK ;

Application Number: JP19990015174 19990125 ;

Priority Number(s): JP19990015174 19990125 ;

IPC Classification:

H02K1/27; D06F37/30; H02K3/18; H02K21/04; H02K29/08; H02P6/18 ;

Equivalents: JP3595973B2 ;

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a compact brushless DC motor that can yield large torque, and an inverter-type washing machine that uses the brushless DC motor for reducing noise and vibration. **SOLUTION:** A washing machine is equipped with a brushless DC motor that rotates and drives a pulsator and a dewatering bin and a motor driving part that variably controls the speed of the brushless DC motor. Then, a rotor 43 of the brushless DC motor is arranged so that a magnet part 44 and a magnetic material part 45 are set alternately and radially, thus since not only magnet torque but also reluctance torque can be utilized by the motor, hence obtaining a large motor torque.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-217286

(P2000-217286A)

(43) 公開日 平成12年8月4日 (2000.8.4)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テモート* (参考)
H 0 2 K 1/27	5 0 1	H 0 2 K 1/27	5 0 1 A 3 B 1 5 J
D 0 6 F 37/30		D 0 6 F 37/30	5 H 0 1 9
H 0 2 K 3/18		H 0 2 K 3/18	P 5 H 5 6 0
21/04		21/04	5 H 6 0 3
29/08		29/08	5 H 6 2 1

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-15174

(22) 出願日 平成11年1月25日 (1999.1.25)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 池防 泰裕

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100085501

弁理士 佐野 静夫

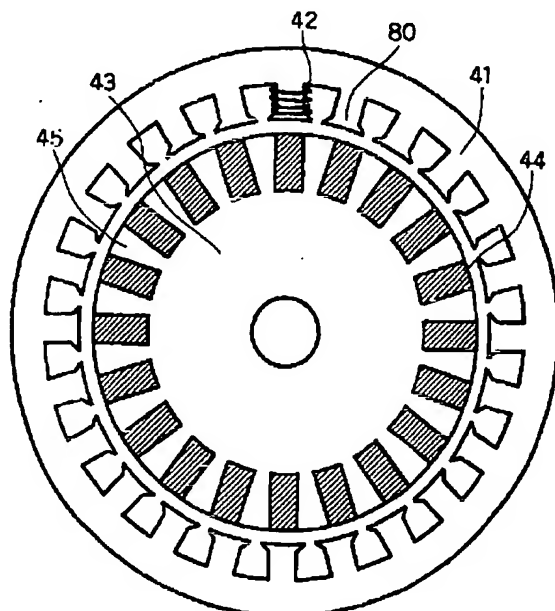
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ブラシレスDCモータ及び洗濯機

(57) 【要約】

【課題】 小型で大きなトルクが得られるブラシレスDCモータと、このようなブラシレスDCモータを用いて静音・低振動化を図ったインバータ方式の洗濯機を提供する。

【解決手段】 洗濯機はバルセータと脱水槽を回転駆動するブラシレスDCモータと、前記ブラシレスDCモータの回転数を可変制御するモータ駆動部を備えている。そして、ブラシレスDCモータのロータ43を磁石部44と磁性材料部45が交互に放射状になるように配置された構造とする。これにより、モータは磁石トルクだけでなく、リラクタンストルクを利用できるので大きなモータトルクを得ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ロータとステータとから成るブラシレスDCモータにおいて、

前記ロータでは磁石部と磁性材料部が交互に放射状になるように配置されていることを特徴とするブラシレスDCモータ。

【請求項2】 前記磁石部と前記磁性材料部は非磁性材料の部材で固定されていることを特徴とする請求項1に記載のブラシレスDCモータ。

【請求項3】 前記磁石部は前記磁性材料部の中に埋め込まれていることを特徴とする請求項1に記載のブラシレスDCモータ。

【請求項4】 前記磁石部と前記磁性材料部は前記ロータの軸方向にねじれたスキュー構造となっていることを特徴とする請求項1に記載のブラシレスDCモータ。

【請求項5】 前記ロータは円盤形の保持板上に前記保持板の外周に沿って前記磁石部と前記磁性材料部が配置されて成ることを特徴とする請求項1に記載のブラシレスDCモータ。

【請求項6】 前記ロータはその一端側が軸によって支持された片持ち構造であることを特徴とする請求項1に記載のブラシレスDCモータ。

【請求項7】 前記ステータは複数の歯部を有し、隣合う2つの歯部に同一相の巻線が互いに巻き方向が逆になるように巻かれていることを特徴とする請求項1に記載のブラシレスDCモータ。

【請求項8】 前記磁石部の位置と着磁方向によりロータ位置を検出してロータ位置信号を出力する少なくとも1個のロータ位置検出手段を、前記ロータ位置信号の波形と前記ブラシレスDCモータが回転したときに発生する誘起電圧の波形の位相が一致する位置に設けたことを特徴とする請求項1乃至請求項7のいずれかに記載のブラシレスDCモータ。

【請求項9】 パルセータと脱水槽を回転駆動するブラシレスDCモータと、前記ブラシレスDCモータの回転数を可変制御するモータ駆動部とを備えた洗濯機において、前記ブラシレスDCモータは請求項8に記載のブラシレスDCモータであることを特徴とする洗濯機。

【請求項10】 前記モータ駆動部は前記ロータ位置信号に基づいて前記誘起電圧の波形と一致する波形の電圧を前記ブラシレスDCモータに印加することを特徴とする請求項9に記載の洗濯機。

【請求項11】 前記モータ駆動部は前記ロータ位置信号の波形よりも進んだ位相の波形の電圧を前記ブラシレスDCモータに印加することを特徴とする請求項9に記載の洗濯機。

【請求項12】 前記モータ駆動部は前記ブラシレスDCモータの起動時には複数の前記ロータ位置検出手段で得られる複数の前記ロータ位置信号に基づいて前記ブラ

シレスDCモータを起動し、起動後には前記ロータ位置検出手段の1個のみで得られる前記ロータ位置信号に基づいて前記ブラシレスDCモータを駆動することを特徴とする請求項9に記載の洗濯機。

【請求項13】 前記ロータ位置信号の波形と前記誘起電圧の波形とのずれを補正する補正値を記憶する記憶装置を備えたことを特徴とする請求項9に記載の洗濯機。

【請求項14】 前記誘起電圧を検出する誘起電圧検出手段を備え、前記モータ駆動部は前記ロータ位置信号の波形と前記誘起電圧の波形との位相のずれをリアルタイムで補正して前記ブラシレスDCモータを駆動する請求項9に記載の洗濯機。

【請求項15】 前記誘起電圧を検出する誘起電圧検出手段を備え、前記モータ駆動部は前記ブラシレスDCモータの起動時には前記ロータ位置信号に基づいて前記ブラシレスDCモータを駆動し、起動後には前記誘起電圧に基づいて前記ブラシレスDCモータを駆動することを特徴とする請求項9に記載の洗濯機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はブラシレスDC（直流）モータ及びそのモータを搭載した洗濯機に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の一般的な洗濯機はモータに単相誘導モータを用いており、単相誘導モータを商用電源周波数で決まる回転数でパルセータと脱水槽を回転させていた。そして、所望とする回転数・トルクに合わせ込むために減速ギヤ、プーリ、ベルトによって対応しており、洗い・すすぎ行程でパルセータを低速運転するときと、脱水行程で脱水槽を高速運転するときの回転数の切り替えについては、クラッチを用いて切り替えて2種類の回転数をつくっていた。

【0003】また、回転数を可変させるものとして、ON/OFF方式、位相制御方式等が提案されているが、騒音、振動が大きく、可変幅も狭いといった欠点があり、この欠点をなくすため最近では、3相モータを用いたインバータ制御方式の洗濯機が提案されている。

【0004】このインバータ制御方式では、従来使用されてきた単相誘導モータではなく3相モータ（誘導モータ又はブラシレスDCモータ）を用いているため、インバータ装置によるモータ駆動部でモータに120度ずつ位相のずれた交流を印加する必要がある。インバータ装置はパワートランジスタ、IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）等のスイッチング素子を6個用いて、3相全波ブリッジ構成にして、3相モータの各相（U相、V相、W相）に結線されている。

【0005】なかでも、現時点では一般的にブラシレスDCモータを採用することが多くなっている。これはブラシレスDCモータが従来の単相誘導モータや3相誘導モータに比べて、効率が高く省エネルギー・小型化の面

で有利であるためである。

【0006】このブラシレスDCモータは、一般に3相の電機子巻線を備え、これに永久磁石で形成されたロータと、ロータの回転位置を検出するホール素子等のロータ位置検出手段とが備えられている。ブラシレスDCモータのロータの構造を図13に示す。41はステータである。43はロータである。44はロータ43の外周部に設けられた磁石部である。

【0007】誘導モータとは異なり、ブラシレスDCモータでは、前記ロータ位置検出手段で検出されたロータ位置に同期したロータ位置信号に基づき3相交流を生成し、インバータ装置はこれを3相の電機子巻線に供給してブラシレスDCモータを回転させるようになってい

る。

【0008】また、最近では、従来のプーリ、ベルト方式に変えて、ブラシレスモータでパルセータと脱水槽を直接駆動するダイレクトドライブ方式も提案されてきている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ブラシレスDCモータをダイレクトドライブ方式に応用した場合、従来のプーリやベルト等を用いたベルト方式に比べて大きなトルクが必要になる。つまり従来のベルト方式では、モータの駆動力をプーリ、ベルトを用いて減速してパルセータや脱水槽に伝達しているため、歯車の原理によってモータのトルクが大きなトルクに変換されてパルセータや脱水槽に作用するので、モータのトルクは小さくて済む。これに対し、ダイレクトドライブ方式とした場合にはモータのトルクは変換されることなく、そのままパルセータや脱水槽に作用するので、モータのトルクを大きくする必要がある。例えばプーリで減速比約2倍、ベルトを介してギヤで減速比約8倍としている場合、これをダイレクトドライブ方式で実現するためには、従来の方式に比べて約15倍のモータのトルクが必要になる。

【0010】図13に示すような従来のブラシレスDCモータのロータの構造では、トルクを大きくするためにはモータ容量が大きくなるので、磁石をロータ全面に使用しなくてはならず、磁石の形状も大きくなり、コストアップになっていた。また、モータの形状も大きくなり、洗濯機本体の重量も重くなっていた。

【0011】本発明は上記課題を解決するもので、小型で大きなトルクが得られるブラシレスDCモータと、このようなブラシレスDCモータを用いて静音・低振動化を図った洗濯機を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の請求項1では、ロータとステータとから成るブラシレスDCモータにおいて、前記ロータでは磁石部と磁性材料部が交互に放射状になるように配置されている。

【0013】このような構成によると、ブラシレスDCモータは磁石部と磁性材料部が交互に放射状になるように配置されているので、ロータに設けられた磁石で生ずる磁石トルクに加え、磁性材料部に生ずるリラクタンストルク（磁気抵抗が小さくなるように働く電磁力）を利用できる。そのため、同じロータ形状でモータトルクを大きくすることができる。

【0014】また、本発明の請求項2では、請求項1に記載のブラシレスDCモータにおいて、前記磁石部と前記磁性材料部は非磁性材料の部材で固定されている。

【0015】このような構成によると、非磁性材料の部材で磁石部と磁性材料部が固定されているので、磁石部及び磁性材料部の飛散が防止される。また、この部材は非磁性材料であるのでステータ巻線からの磁束を邪魔しないようになっている。

【0016】また、本発明の請求項3では、請求項1に記載のブラシレスDCモータにおいて、前記磁石部は前記磁性材料部の中に埋め込まれている。

【0017】このような構成によると、磁性材料部の中に磁石部が埋め込まれているので、ロータが磁石部を保持するのが簡単になり、ロータの回転時に遠心力による磁石部の飛散が防止される。

【0018】また、本発明の請求項4では、請求項1に記載のブラシレスDCモータにおいて、前記磁石部と前記磁性材料部は前記ロータの軸方向にねじれたスキュー構造となっている。

【0019】このような構成によると、ロータが軸方向にねじれたスキュー構造となっているので、磁石トルクとリラクタンストルクの働くタイミングが分散される。これにより、トルクリプルが減り、振動が抑制される。

【0020】また、本発明の請求項5では、請求項1に記載のブラシレスDCモータにおいて、前記ロータは円盤形の保持板に前記保持板上の外周に沿って前記磁石部と前記磁性材料部が配置されて成っている。

【0021】このような構成によると、ロータの内部に空隙が設けられるので、洗濯機等でブラシレスDCモータを用いる場合、この空隙にクラッチ機構部等の部品を配置することができる。これによって、モータの厚みを薄くできる。

【0022】また、本発明の請求項6では、請求項1に記載のブラシレスDCモータにおいて、前記ロータはその一端側が軸によって支持された片持ち構造であるようにしている。

【0023】このような構成によると、軸が一方のみに取り付けられた片持ち構造となっているので、ロータを支えるベアリング部をモータの一方側に設けるだけでよく、モータの厚みを薄くできる。

【0024】また、本発明の請求項7では、請求項1に記載のブラシレスDCモータにおいて、前記ステータは複数の歯部を有し、隣合う2つの歯部に同一相の巻線が

お互いに巻き方向が異なるように巻かれている。

【0025】このような構成によると、隣合う2つの歯部に同一相の巻線が巻き方向が異なるように巻かれているので、この同一相の2つの歯部から作用するトルクが分散化される。

【0026】また、本発明の請求項8では、請求項1乃至請求項7のいずれかに記載のブラシレスDCモータにおいて、前記磁石部の位置と着磁方向によりロータ位置を検出してロータ位置信号を出力する少なくとも1個のロータ位置検出手段を、前記ロータ位置信号の波形と前記ブラシレスDCモータが回転したときに発生する誘起電圧の波形の位相が一致する位置に設けている。

【0027】このような構成によると、ロータ位置検出手段をロータ位置信号の波形と誘起電圧の波形の位相が一致するように配置すればよいので、ロータ位置検出手段の位置が明確になる。

【0028】また、本発明の請求項9では、パルスセータと脱水槽を回転駆動するブラシレスDCモータと、前記ブラシレスDCモータの回転数を可変制御するモータ駆動部とを備えた洗濯機において、前記ブラシレスDCモータは請求項8に記載のブラシレスDCモータであるようにしている。

【0029】このような構成によると、請求項8に記載の小型で大きなトルクが得られるブラシレスモータを用いているので、洗濯機は騒音や振動が小さくなる。また、可変速運転にも対応できる。

【0030】また、本発明の請求項10では、請求項9に記載の洗濯器において、前記モータ駆動部は前記ロータ位置信号の波形と一致する波形の電圧を前記ブラシレスDCモータに印加している。

【0031】このような構成によると、モータ駆動部はロータ位置信号の波形と一致する波形の電圧を供給することによって磁石トルクを最も効率良く利用してブラシレスDCモータを駆動することができる。

【0032】また、本発明の請求項11では、請求項9に記載の洗濯機において、前記モータ駆動部は前記ロータ位置信号の波形よりも進んだ位相の波形の電圧を前記ブラシレスDCモータに印加している。

【0033】このような構成によると、ロータ位置検出手段で検出される信号より進んだ位相で出力電圧波形を出力するので、高速回転時に巻線に生ずる誘起電圧の影響が大きくならないところでリラクタンストルクを効率良く利用でき、モータの高速回転を容易にする。

【0034】また、本発明の請求項12では、請求項9に記載の洗濯機において、前記モータ駆動部は前記ブラシレスDCモータの起動時には複数の前記ロータ位置検出手段で得られる複数の前記ロータ位置信号に基づいて前記ブラシレスDCモータを起動し、起動後には前記ロータ位置検出手段の1個のみで得られる前記ロータ位置信号に基づいて前記ブラシレスDCモータを駆動してい

る。

【0035】このような構成によると、ブラシレスDCモータが停止していても複数のロータ位置検出手段によって得られる複数のロータ位置信号からロータの絶対位置を検出することができるので、モータ駆動部はモータの起動が可能である。そして、起動後はロータ位置検出手段の1個のみを利用してロータ位置を検出することによってロータ位置検出手段の取り付け位置のばらつきによるロータ位置信号のばらつきが問題となることなくモータの駆動ができる。

【0036】また、本発明の請求項13では、請求項9に記載の洗濯機において、前記ロータ位置信号の波形と前記誘起電圧の波形とのずれを補正する補正値を記憶する記憶装置を備えている。

【0037】このような構成によると、ロータ位置信号と誘起電圧波形との位相に実際にずれが生じることがあるが、このずれを補正する補正値を記憶装置に記憶しているため、ブラシレスDCモータはこの補正値によってロータの位置を正確に把握することができる。

【0038】また、本発明の請求項14では、請求項9に記載の洗濯機において、前記誘起電圧を検出する誘起電圧検出手段を備え、前記モータ駆動部は前記ロータ位置信号の波形と前記誘起電圧の波形との位相のずれをリアルタイムで補正して前記ブラシレスDCモータを駆動している。

【0039】このような構成によると、洗濯機は誘起電圧波形検出手段でロータ位置信号と誘起電圧波形信号のずれをリアルタイムで補正できるので、正確なロータ位置の検出ができる。

【0040】また、本発明の請求項15では、請求項9に記載の洗濯機において、前記誘起電圧を検出する誘起電圧検出手段を備え、前記モータ駆動部は前記ブラシレスDCモータの起動時には前記ロータ位置信号に基づいて前記ブラシレスDCモータを駆動し、起動後には前記誘起電圧に基づいて前記ブラシレスDCモータを駆動している。

【0041】このような構成によると、モータが停止位置でも複数のロータ位置検出手段ではロータの内の複数の個の磁石のN/S極からロータの絶対位置を検出できる。そして、このようにして検出された回転位置からモータを起動することができる。そして、起動後はモータの回転によって生じる誘起電圧でモータの位置を正確に検出できるので、誘起電圧に基づく駆動に切り替える。

【0042】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る実施形態について図面を参照しながら説明する。まず、図1を用いて、洗濯機の概略構成について説明する。同図において、1は洗濯機本体、2は洗濯物を洗濯、脱水する洗濯槽を兼ねた脱水槽であり、この脱水槽は水槽3の内側に設けられている。水槽3は、サスペンション4で洗濯機

本体1に弾性吊持されている。バルセータ5は脱水槽2の底部から回転軸によって一定の距離が開けられて配置されている。このバルセータ5と脱水槽2の回転駆動を切り替える手段として、クラッチ機構部6が設けられている。このクラッチ機構部6にブラシレスDCモータ7が直結されている。この場合、モータの駆動方式はダイレクトドライブ方式である。

【0043】モータ7を駆動するモータ駆動部は、後述するように6個のスイッチング素子を3相全波ブリッジ構成にしたインバータ部8と、マイクロコンピュータ等で構成される制御部9から構成されている。制御部9では、洗い・すすぎ・脱水等の各行程に応じて、クラッチ機構部6を切り替える(ただし、その切り替え系統は図示省略している。)とともにバルセータ5及び脱水槽2の回転数を可変させている。また、モータ7の駆動制御に必要なロータの位置検出として、ホールIC等のロータの磁石部の位置と着磁の方向によりロータ位置を検出するロータ位置検出手段10が設けられている。11は後述の第10の実施形態で使用される記憶装置である。

【0044】次に、図2を用いて、モータ駆動部の内部構成を詳細に説明する。商用電源20から与えられる交流は、整流部21によって直流に変換される。整流部21で整流された直流は、平滑コンデンサ22で平滑され、完全な直流に変換される。この直流がインバータ部8で3相交流に変換され、ブラシレスDCモータ7に印加される。

【0045】このインバータ部8は、3相に対応した3対のアームにスイッチング素子として6個のNPN型のトランジスタQ1～Q6が接続されている。そして、6個の各スイッチング素子には、それぞれフリーホイールダイオードD1～D6が並列に接続され、上アームと下アームの3つの接続点a、b、cが、ブラシレスDCモータ7の3相の電機子巻線(U相、V相、W相)に接続されている。

【0046】また、6個のスイッチング素子は、それぞれドライブ回路23で駆動される。この駆動信号は、ブラシレスDCモータ7のロータ位置を検出する3個のホール素子等のロータ位置検出手段10a、10b、10cの信号をロータ位置検出回路24を通して得られる、ロータ位置に応じたドライブ信号として制御部9で作成される。

【0047】次に、本発明のブラシレスDCモータ7の構造について説明する。本発明では、従来の磁石トルク以外にリラクタンストルクも利用できるようにしたことが特徴である。従って、磁石トルクとリラクタンストルクについて先に説明する。図3(a)は磁石トルクのみで回転するブラシレスDCモータの構造である。図3(a)に示すように、ステータ41の歯部80に巻回した巻線(図示せず)に流す電流の向きにより、ステータ41の歯部80の先端がN極又はS極になり、ロータ4

3の外周面に現れる磁石のS極、N極とそれぞれ引き合うように磁石力F1が生じ、磁石力F1がロータ43を回転させる磁石トルクになる。一方、図3(c)はリラクタンストルクのみで回転するモータの構造である。ステータ41の歯部80に巻回した巻線を励磁した時にステータ歯部80が電磁石になり、磁性材料でできたロータ43の突極部95と引き合うリラクタンス力F3が生じ、リラクタンス力F3がロータ43を回転させるリラクタンストルクになる。

【0048】図3(b)は磁石トルクとリラクタンストルクの両者を得るための本発明の特徴を示すブラシレスDCモータの構造である。図3(b)に示すように、ロータ43の内部に磁石部91と磁性材料部90を交互に配置している。ステータ41の巻線に流す電流の向きにより、ステータ41の歯部80でN極又はS極になり、ロータ43の磁石部91と磁性材料部90の両者によって磁石力とリラクタンス力を合成した力F2が生じ、力F2がロータ43を回転させるトルクになる。このように本発明のブラシレスDCモータは磁石トルクとリラクタンストルクの両方を利用できるので従来のブラシレスDCモータよりもトルクを大きくすることができる。

【0049】＜第1の実施形態＞図4に本発明の第1の実施形態の磁石トルクとリラクタンストルクによってロータを回転させるブラシレスDCモータ7の構造を示す。ステータ41の歯部80には各々巻線42が施される。巻線42の結線・巻方向は、モータ7の相数と極数により異なる。尚、図4では1つの歯部80に巻回した巻線42のみを示し、他の歯部80に巻回された巻線は図示省略している。ロータ43は磁石トルクとリラクタンストルクを利用するために、ロータ外周面に磁石部44とケイ素鋼板等の磁性材料部45が交互に並ぶように構成されている。このように磁石部44と磁性材料部45が交互に放射状となるように配置されているので、前述のように磁石トルクにリラクタンストルクが得られ、従来のブラシレスDCモータ(図13)よりもモータトルクが大きくなる。そのため、モータ7が小型で軽量となる。

【0050】＜第2の実施形態＞次に、本発明の第2の実施形態について説明する。図5は第2の実施形態のブラシレスDCモータ7(図1参照)のロータの構造図であり、(イ)は平断面図、(ロ)は縦断面図である。円盤状の保持板46bの上に磁石部44と磁性材料部45がその保持板46bの外周に沿って交互に並べられ、ネジ、接着剤等で固定される。このままでは、磁石部44と磁性材料部45がバラバラになってしまうので、これらをロータ上面で保持する保持リング46aを設ける。保持リング46aは磁石部44と磁性材料部45をネジ、接着剤等で固定する。このとき、保持リング46aの材質は、ロータの磁場を乱さないように非磁性材料にする。なお、47はロータ軸であり、保持板46bの中

心軸上に固定されて一体となっている。

【0051】これにより、ロータ内部に空隙110を設けることができ、この空隙110にクラッチ機構部6（図1参照）等を配置することができる。そのため、モータ7の厚みを薄くすることができる。このようにロータ内部に空隙110を設けてもトルクを出せるのは、磁石部44と磁性材料部45を交互に配置して磁石トルクとリラクタンストルクを利用できるようにし、この両方のトルク発生原理によりロータの内側部にまではステータ巻線からの磁束の通過を必要としないためである。

【0052】＜第3の実施形態＞次に、本発明の第3の実施形態について説明する。第1の実施形態のブラシレスDCモータ（図4参照）では、ロータ43の外周面に磁石部44と磁性材料部45が交互に露出していたが、図6に示すように磁石部44が磁性材料部43の外周面から後退した位置にあってもよい。ただし、磁石部44での磁性材料部45の厚みdは0.5mmから数mm程度にする必要がある。

【0053】このような構造のロータ43は例えば円柱形の磁性材料部43の外周面から内側へ後退した位置に複数の穴を開け、その穴に磁石を埋め込むことによって製造される。このように磁石部44をロータ43の磁性材料部45に埋め込んだ構造となっているので、磁石部44の保持が容易となり、ロータ43の回転時にも遠心力によって磁石部44が飛散しないようになっている。また、磁石部44を正確な位置に固定できるようになるのでトルクリブルの発生を防止でき、騒音や振動が低減される。また、ロータ43の外周面が磁性材料部45で覆われているので外周面の真円度も向上する。これにより、ロータ43の回転時に生じる風損が低減されるので回転速度やトルクも向上する。

【0054】＜第4の実施形態＞次に、本発明の第4の実施形態について説明する。上記第1の実施形態（図4）では磁石部44は厚み方向に平行となる形状であるが、モータ7のコギングトルクを低減するために、第4の実施形態では図7（ロ）に示すように、厚み方向Tに対して所定の角度傾いた形の磁石部44が設けられている。これにより、ロータ43は磁石部44と磁性材料部45が厚み方向Tと同じ軸47の方向にねじれたスキュー構造となるので、磁石トルクとリラクタンストルクの働くタイミングが分散される。これにより、モータ7ではトルクリブルが減り、振動も抑制される。尚、図7（イ）は第4の実施形態のロータ43の平断面図である。

【0055】＜第5の実施形態＞次に、本発明の第5の実施形態について説明する。図8は第5の実施形態のブラシレスDCモータ7のロータ構造図である。磁石部44と磁性材料部45は円盤状の保持板46の上に磁石部44と磁性材料部45がその保持板46の外周に沿って交互に配置され、ロータ43の内部に空隙が設けられて

いる。そして、ロータ底面の保持板46を軸47に固定する。これにより、ロータ43は軸47によって一端側のみ支持された片持ち構造となっている。尚、ロータ下部には軸47との結合を図るベアリング部を廃止することができ、ベアリング部48をロータ43とは離れた位置に設けるとともに、このベアリング部48によって軸47を支持させるだけでよい。そのため、ロータ下部にロータ43を支えるための部品のスペースが不要となり、モータ全体の厚みを薄くすることができる。

【0056】また、ロータ43内部にクラッチ機構部6（図1参照）等を配置することによって、更にモータ全体の厚みを薄くすることができる。モータ7の厚みが薄くなれば、洗濯機の脱水槽2（図1参照）の下面を下げることができ、洗濯機本体の高さを上げなくても脱水槽2を大型化できる。これにより、ユーザが洗濯物を取り出しやすくして大容量化を図れるようになる。

【0057】＜第6の実施形態＞次に、本発明の第6の実施形態について説明する。図9は第6の実施形態のブラシレスDCモータのロータ構造図である。上記第1の実施形態（図4）では特にステータ巻線については説明しなかったが、第6の実施形態ではステータ41の複数の歯部80において、隣合う2つの歯部80には同一相（a相、b相、c相）の巻線が互いに巻き方向が異なる（逆になる）ように巻かれている。これにより、磁石トルクとリラクタンストルクが同時に働かず位相がずれて働くため、トルクのピークが分散されトルクリブルが低減される。

【0058】＜第7の実施形態＞次に、本発明の第7の実施形態について説明する。ブラシレスDCモータ7（図1参照）は通常動作するためには、一般にロータの磁石位置を正確に検出する必要がある。従来のブラシレスDCモータであれば、通常、磁石トルクが最大になるような位置を検出できるように、ホールIC等のロータ位置検出手段10（図1参照）を取り付けるが、本発明のブラシレスDCモータのように磁石トルクとリラクタンストルクを利用できるモータの場合、磁石と磁石の間に磁性材料部があるために磁石トルクの最大位置だけではロータ位置検出手段の位置を決定できない。このため、実際にロータを回転させた時に発生する誘起電圧波形を基準にして、検出位置を決定する。

【0059】図10を用いて3相のブラシレスDCモータ7の場合でのロータ位置検出手段10の取り付け位置を説明する。まず、ホールIC等のロータ位置検出手段10から出力されるロータ位置信号は、Ha、Hb、Hcのように3相の120度ずつずれた信号となるように、各ロータ位置検出手段10の取り付け位置が決定される。

【0060】また、ロータの磁石が回転することによりステータの巻線に発生する誘起電圧も3相であるため、Va、Vb、Vcのように120度ずつずれた正弦波形

となる。このとき、Haの立ち上がりエッジ50の位置が、Vaの正方向のゼロクロス点51と一致するようにa相のロータ位置検出手段10の位置が決定される。同様に、b相、c相のロータ位置検出手段の位置も立ち上がりエッジの位置52、54が、それぞれVb、Vcの正方向のゼロクロス点53、55と一致するようにb相、c相のロータ位置検出手段10の位置が決定される。

【0061】また、ロータの回転方向が逆方向である場合でも、立ち下がりエッジに負方向のゼロクロス点と一致するようにロータ位置検出手段10の位置が決定される。このようにロータ位置検出手段10の位置が明確であるので、モータ7を制御するロータの位置検出が正確となる。また、ロータ位置検出手段10より得られるロータ位置信号Ha、Hb、Hcはそれぞれ誘起電圧Va、Vb、Vcと位相が一致しているので、信号Ha、Hb、Hcに基づいて磁石トルクとリラクタンストルクを有効に引き出す制御が容易になる。

【0062】＜第8の実施形態＞次に、本発明の第8の実施形態について説明する。洗濯機は洗い・すすぎ行程と、脱水行程とでは、モータ7（図1参照）の負荷特性が異なる。洗い・すすぎ時の負荷特性は通常、回転数が低く、負荷が大きいといった特徴がある。一方、脱水時の負荷特性は回転数が高く、負荷が小さいといった特徴がある。例えば、ダイレクトドライブ方式の場合、クラッチ切り替えにより、洗い・すすぎ時にはパルセータ5（図1参照）にモータ7が直結されて、回転数にして数10～200rpm程度で負荷トルクも200～300kgfcm程度になっている。一方、脱水時には脱水槽2（図1参照）にモータ7が直結されて、回転数は最高数100rpm程度になる。このときの負荷トルクは、大体30kgfcm程度である。

【0063】このように洗い・すすぎ時には低速で大トルクが必要であるので、洗濯機は低速で大トルクを出しやすい磁石トルクを主として利用する。磁石トルクを有効に利用するには、図11に示すように、ロータ位置信号Haに同期した印加電圧INVaをブラシレスDCモータ7に供給すればよい。したがって、起動時にはロータ位置信号Haに一致したタイミングで制御し、回転数が上がってきたら少しリラクタンストルクを利用するようにタイミングをずらせる。

【0064】一方、脱水時には高速回転する必要がある。ブラシレスDCモータ7は高速回転時にモータ7の発電作用により逆起電圧が発生し、誘起電圧が大きくなるので、インバータ部8からの印加電圧がブラシレスDCモータ7に入らなくなってしまう。そのため、高速回転の制御が困難である。

【0065】そこで、ブラシレスDCモータ7は磁石トルクだけでなくリラクタンストルクも利用できるようになっているので、高速回転時には逆起電圧が発生する磁

石トルクを利用せず、逆起電圧が発生しないリラクタンストルクを最大限に利用して高速回転を容易にする。このリラクタンストルクを利用する割合を大きくするに図12に示すように、ロータ位置信号Haから得られる通電タイミングより進んだ位相で印加電圧INVaを出力する進角（弱め界磁）制御を行う。これにより、誘起電圧波形Vaが小さくなる。つまり逆起電圧が小さくなるので、高速回転が容易となる。

【0066】＜第9の実施形態＞次に、本発明の第9の実施形態について説明する。上記実施形態8では複数個のホールIC等のロータ位置検出手段10（図1参照）によるロータ位置検出手段10によりモータ7（図1参照）の制御を行っていたが、複数個のロータ位置検出手段10の取り付け位置にばらつき等があると、図10に示すような各相のロータ位置信号Ha、Hb、Hcは正確に120度ずつ位相のずれた信号としては得られなくなり、ロータ位置検出が不正確になり最適な制御が困難になる。そこで、モータ起動後は、複数個のロータ位置検出手段10から1つのみ（例えばHaのみ）を利用してロータ位置検出を行うと、ロータ位置検出手段10の取り付け位置のばらつきによる影響がなくなり、ロータの位置を正確に検出できるようになる。

【0067】また、ホールIC等のロータ位置検出手段10の取り付け位置を調整するときに、起動後に利用するロータ位置検出手段10の取り付け位置を最優先に調整を行う。特に複数個のロータ位置検出手段が1枚の基板上に設けられた場合には有効である。

【0068】＜第10の実施形態＞次に、本発明の第10の実施形態について説明する。ブラシレスDCモータ7（図1参照）を組み立てるときに、上記第7の実施形態で説明したようにしてロータ位置検出手段10を取り付けるが、取り付け後にロータ位置検出手段10からのロータ位置信号と、モータ7の誘起電圧を測定してそれらが一致していなかった場合、そのままではロータの位置検出が不正確となるので、ロータ位置信号から補正を行うための補正量をE²PROM（電気的書き換え可能ROM）またはフラッシュメモリ等の記憶装置11（図1参照）に書き込むようにする。例えば、時計回りにロータをある回転数で定速運転させ、そのときのロータ位置信号の立ち上がりエッジと誘起電圧のゼロクロス点とがずれている時間を測定し、その時間を補正值として記憶装置11に書き込んでおく。

【0069】これにより、洗濯機は記憶装置11から補正值を取り出して、ロータ位置検出手段10からのロータ位置信号に補正を行うことで、ロータ位置の検出を正確に行うことができる。このように、ロータ位置検出手段10の配置位置が少々ずれていたとしても補正量を記憶装置11に記憶しておくことにより、洗濯機は運転時にロータ位置信号に補正值で補正しながらロータ位置の検出して正確にロータ位置検出ができるようになる。そ

のため、モータ生産時にロータ位置検出手段10の取り付け位置の調整を行わなくてもよくなるので生産性がよくなる。

【0070】<第11の実施形態>次に、本発明の第11の実施形態について説明する。ホールIC等を利用したロータ位置検出手段10(図1参照)では、モータ7(図1参照)が停止状態でも、ロータ内の複数の磁石のN/S極とそれを検出する複数のロータ位置検出手段からのロータ位置信号の組み合わせにより、複数の信号パターンが得られ、ロータの絶対位置が検出できる。しかし、複数のロータ位置検出手段の取り付け位置にばらつきがあると、正確なロータ位置検出ができず正確に検出するには取り付け位置の調整が必要である。

【0071】本実施形態ではステータ巻線に誘起電圧を検出するセンシング巻線(誘起電圧検出手段)を巻いておく。これにより、センシング巻線ではモータ7の停止時には信号が得られないが、ロータが回転し始めると、ロータ内の磁石の回転による磁界変化によってステータ巻線に巻かれたセンシング巻線に誘起電圧が発生する。この誘起電圧を検出することによってリアルタイムでロータの回転状態を検出することができる。センシング巻線はステータ巻線に巻かれているために調整を必要とすることなく正確にロータの位置を検出することができる。

【0072】このように起動時には、停止状態でもロータ位置が検出できるホール素子等を用いたロータ位置検出手段を利用して、ロータ位置信号に基づいてロータ位置に応じてトルクが最大に出せるように最適な通電パターンをインバータ部8(図1参照)から出力してモータ7を起動する。起動後は、ある回転数例えば100rpm程度で、センシング巻線に検出された誘起電圧に基づいて通電パターンを決定する。

【0073】これにより、洗濯物の容量やバランス状態に関係なく、起動時は最大トルクが出力できるようになる。これにより、起動ミスがなくなり、起動後は正確な位置信号を検出できるため、高効率運転ができるようになり、振動・騒音も低減できるようになる。

【0074】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の請求項1によれば、ロータの磁石で生じる磁石トルクに加え、磁性材料部で生じるリラクタンストルクが生じるので、モータのトルクが向上している。そのため、同一トルクを得るのであれば従来のブラシレスDCモータに比べてロータ形状を小さくできるので軽量になりコストダウンになる。また、磁石をロータの全面に使用しなくてもよいので磁石材料費が低減できる。

【0075】また、本発明の請求項2によれば、磁石部と磁性材料部がそれぞれ独立したピースで構成されている場合でも非磁性材料による部材で固定されるので飛散することがない。また、部材は非磁性材料であるので

ステータ巻線からの磁束を邪魔しないため効率をアップすることができる。

【0076】また、本発明の請求項3によれば、ロータは磁性材料部に埋め込まれているので、ロータの高速回転時に遠心力による磁石の飛散防止を図るとともに、磁石位置を正確に固定できるようになる。

【0077】また、本発明の請求項4によれば、ロータがスキュー構造となっているのでトルクのピークが分散する。これにより、トルクリプルを低減し、騒音、振動を抑制することができる。

【0078】また、本発明の請求項5によれば、ロータ内部を空腔化することで、内部にクラッチ機構部等の他の部品を内蔵することができる。そのため、モータを小さくすることができる。

【0079】また、本発明の請求項6によれば、ロータが片持ち構造となっているので、ロータの軸を支えるベアリングがモータの一方側で不要となる。そのため、モータ全体の厚みを薄くできる。

【0080】また、本発明の請求項7によれば、隣合う2つの歯部に同一相の巻線が巻き方向が異なるように巻かれているので、この同一相の2つの歯部から作用するトルクが分散される。これにより、トルクリプルを低減でき、騒音、振動を抑制することができる。

【0081】また、本発明の請求項8によれば、ロータ位置検出手段の取り付け位置をロータ位置信号の波形と誘起電圧の波形の位相が一致するようにしているため、取り付け位置が明確になる。また、位相が一致しているため、ロータ位置信号に基づくロータの駆動制御が容易になる。

【0082】また、本発明の請求項9によれば、洗濯機は磁石トルクとリラクタンストルクを利用したブラシレスDCモータを用いているので、騒音や振動の小さい洗濯機となる。

【0083】また、本発明の請求項10によれば、ロータ位置信号は誘起電圧と位相が一致するので、ロータ位置信号と一致する波形の電圧をブラシレスDCモータに印加することによって、磁石トルクを主として利用してモータを駆動する。そのため、特に低速、大負荷運転において起動ミスを低減できる。

【0084】また、本発明の請求項11によれば、高速運転時には誘起電圧が大きくなり、磁石トルクの有効利用が困難になるが、ロータ位置信号の波形よりも位相の進んだ波形の電圧をブラシレスDCモータに印加することによってリラクタンストルクを有効に利用できるため、高速運転が容易となる。そのため、騒音・振動を低減できる。

【0085】また、本発明の請求項12によれば、モータが停止していても複数のロータ位置検出手段から得られるロータ位置信号からロータ位置を検出できるのでモータの起動が可能である。そして、起動後はロータ位置

検出手段の1個だけを利用することによって検出素子間のばらつきによる影響をなくし、モータの制御性能を向上させる。これにより、高効率運転が可能となり、騒音・振動も低減できる。

【0086】また、本発明の請求項13によれば、記憶装置にロータ位置信号と誘起電圧との位相ずれを補正する補正値を記憶できるので、モータの生産時において検出素子を取り付けた後にずれ量を測定し、記憶装置に補正値を書き込むことで、洗濯機はロータ位置の正確な検出が可能である。そのため、生産時の検出素子の取り付け精度が粗くてもよくなるので生産性が向上するとともに、取り付け位置のばらつきを1台1台個別に管理するのでモータの制御性能が向上する。

【0087】また、本発明の請求項14によれば、ロータ位置の検出をホールIC等ロータ位置検出手段で検出する場合と、誘起電圧を検出する場合の2通りを利用することで、ロータ位置が正確に検出することができるため、制御性能が向上し、モータ生産時の補正を行わなくてもモータ制御が確実に行え、生産性も良くなる。

【0088】また、本発明の請求項15によれば、ロータ位置の検出をホールIC等ロータ位置検出手段で検出する場合と、誘起電圧を検出する場合の2通りあり、起動時には停止時でも位置信号が検出できるロータ位置検出手段を利用して起動特性を良くして、洗濯物の容量やバランス状態に関係なく、最大トルクが出力でき、起動ミスがなくなる。また、起動後は、誘起電圧検出手段によって随時正確な位置を検出ができるため、高効率運転ができるようになり、振動、騒音も低減できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態の洗濯機の概略構成図。

【図2】 その洗濯機のモータ駆動部の内部構成示す回路図。

【図3】 その洗濯機のブラシレスDCモータの磁石トルクとリラクタンストルクの原理図。

【図4】 その第1の実施形態のブラシレスDCモータのロータの構造図。

【図5】 本発明の第2の実施形態のブラシレスDCモータのロータの構造図。

【図6】 本発明の第3の実施形態のブラシレスDCモ

ータのロータの構造図。

【図7】 本発明の第4の実施形態のブラシレスDCモータのロータの構造図。

【図8】 本発明の第5の実施形態のブラシレスDCモータのロータの構造図。

【図9】 本発明の第6の実施形態のブラシレスDCモータのロータの構造図。

【図10】 本発明の第7の実施形態のブラシレスDCモータのロータ位置信号と誘起電圧波形の関係を示す図。

【図11】 本発明の第8の実施形態の洗濯機の洗い・すすぎ行程時のロータ位置信号と誘起電圧波形とインバータ出力波形の関係を示す図。

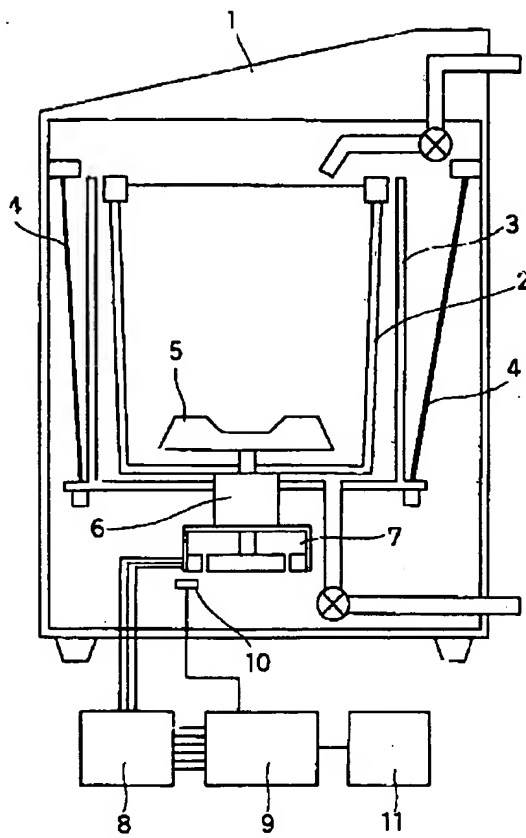
【図12】 その第8の実施形態の脱水行程時のロータ位置信号と誘起電圧波形とインバータ出力波形の関係を示す図。

【図13】 従来のブラシレスDCモータのロータの構造図。

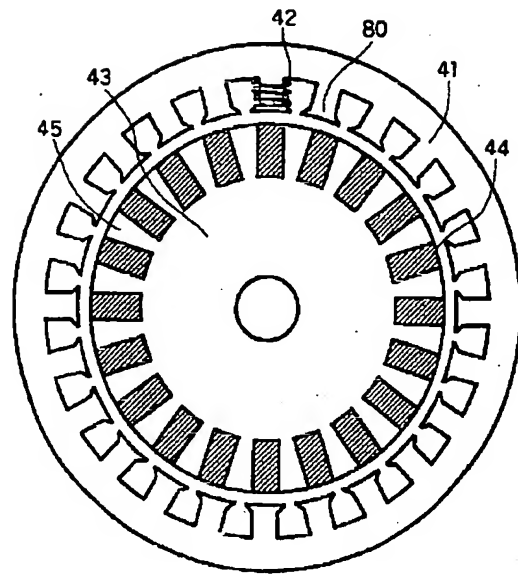
【符号の説明】

- 1 洗濯機本体
- 2 脱水槽
- 3 水槽
- 4 サスペンション
- 5 パルセータ
- 6 クラッチ機構部
- 7 モータ
- 8 インバータ部
- 9 制御部
- 10 ホールIC (ロータ位置検出手段)
- 10a、10b、10c 検出素子
- 11 記憶装置
- 24 ロータ位置検出回路
- 41 ステータ
- 42 巻線
- 43 ロータ
- 44 磁石部
- 45 磁性材料部
- 46 保持板
- 47 軸

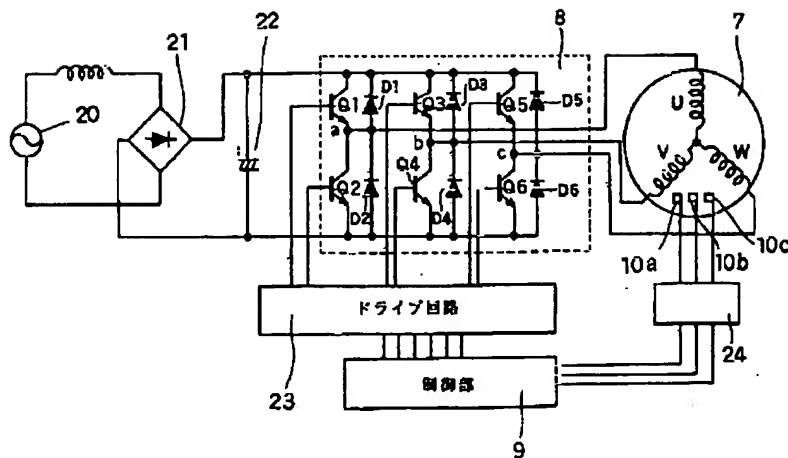
【図1】



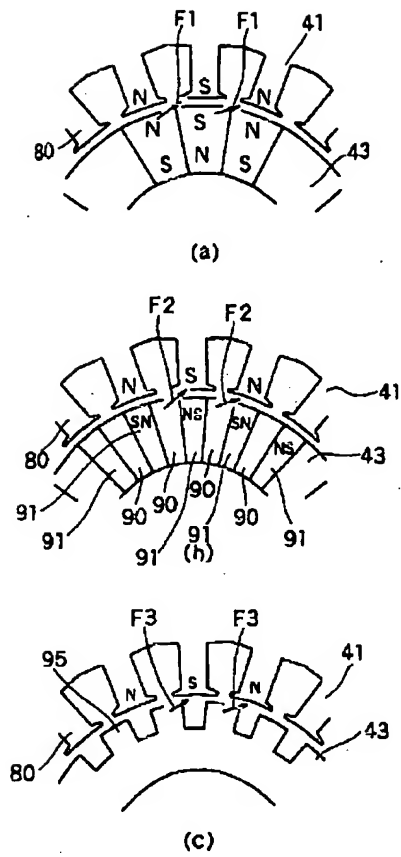
【図4】



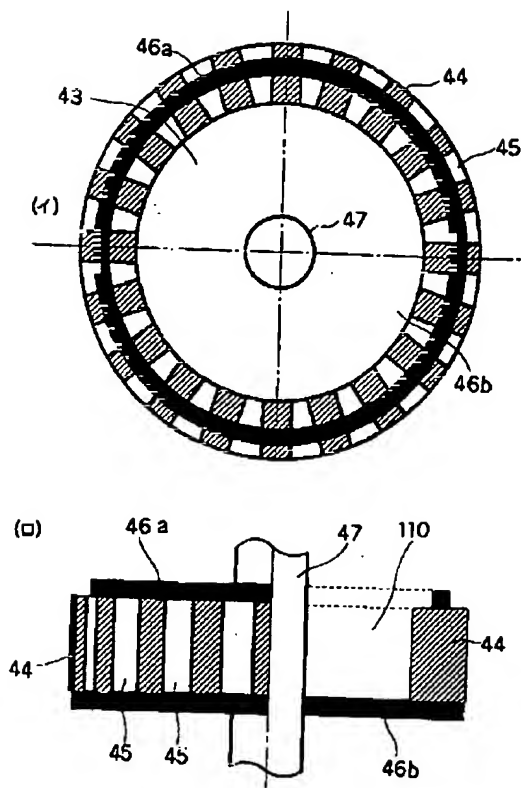
【図2】



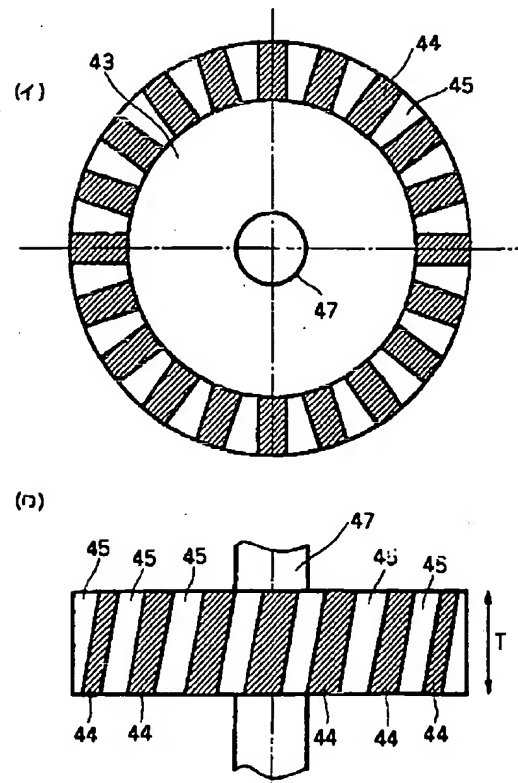
【図3】



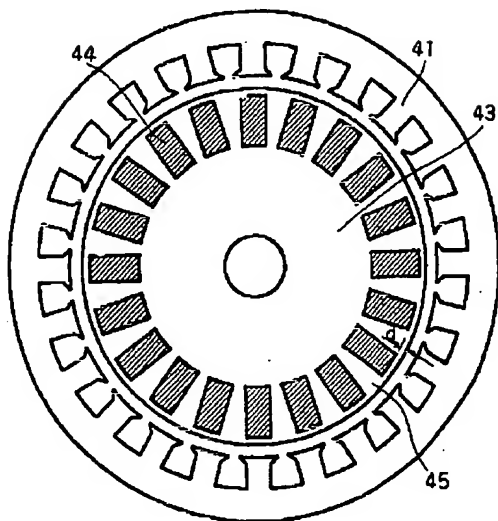
【図5】



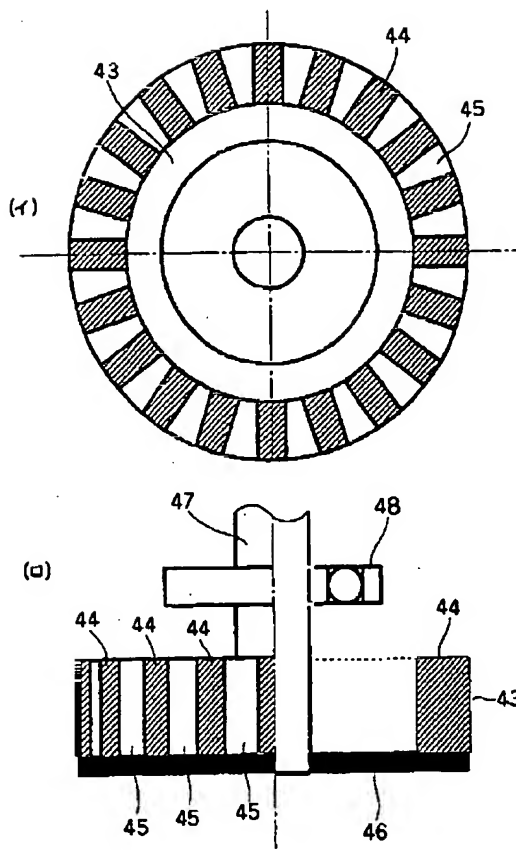
【図7】



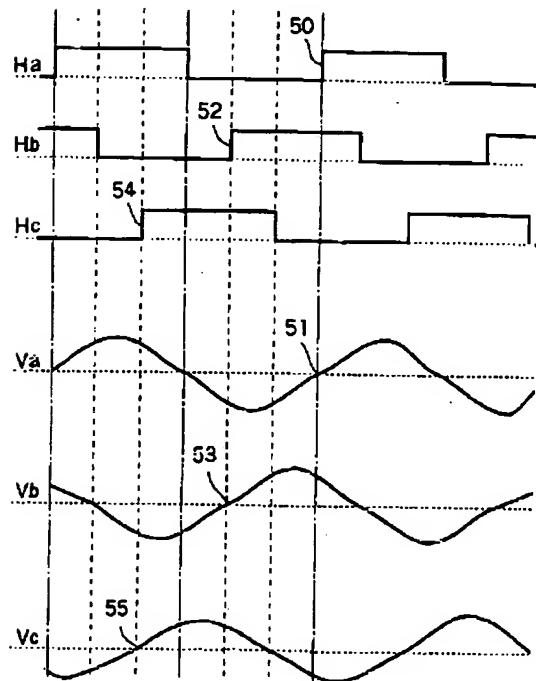
【図6】



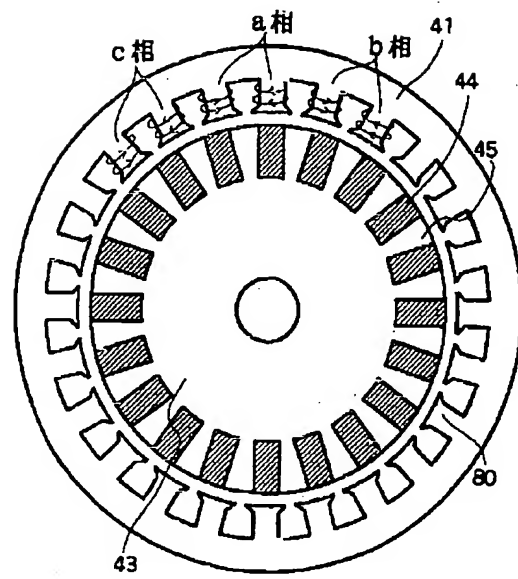
【図8】



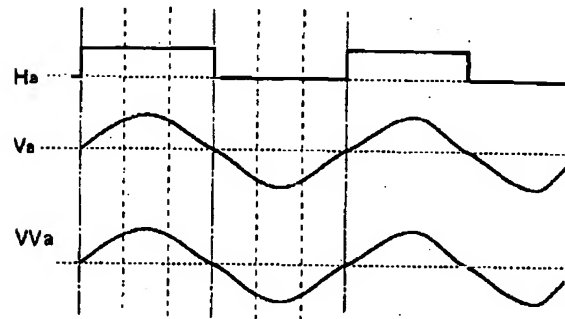
【図10】



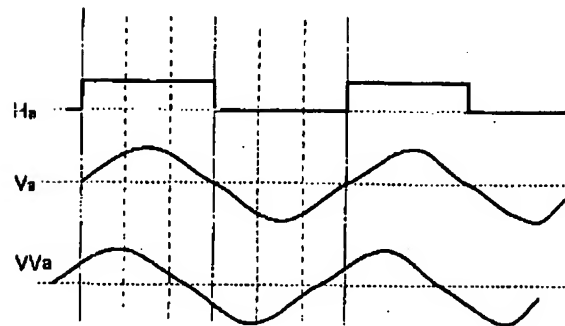
【図9】



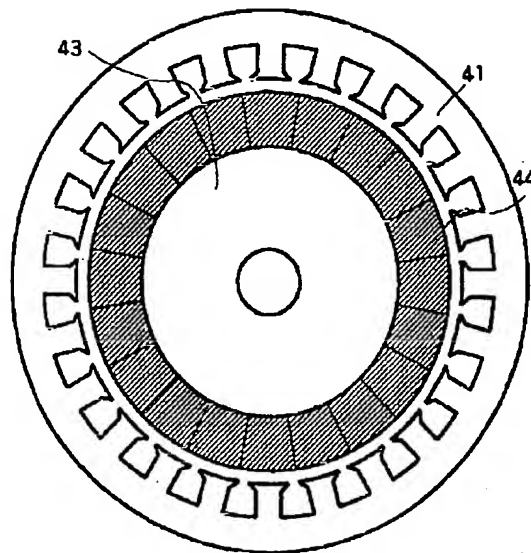
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷
H02P 6/18

識別記号

FI
H02P 6/02

(参考)
371S 5H622

Fターム(参考) 3B155 AA10 BA03 BA04 BB05 CA06
CB06 HB10 KB08 LC13 MA01
MA02 MA07 MA09
5H019 AA06 BB05 CC03 CC06 EE14
5H560 AA10 BB04 BB12 BB17 BB18
DA03 DA19 DB20 EC10 GG04
JJ12 SS07 TT12 UA06 XA15
XB09
5H603 AA01 BB01 BB10 BB12 CA01
CA05 CC04 CC11 CD02 CD08
CE01 CE13
5H621 GA01 GA04 JK05 JK14 JK15
5H622 CA02 CA05 CB04 CB06 PP03
PP16 PP18 PP19